

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-236979

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 2001-006784

(71)Applicant : GENERAL MOTORS CORP <GM>

(22)Date of filing : 15.01.2001

(72)Inventor : CLINGERMAN BRUCE J

(30)Priority

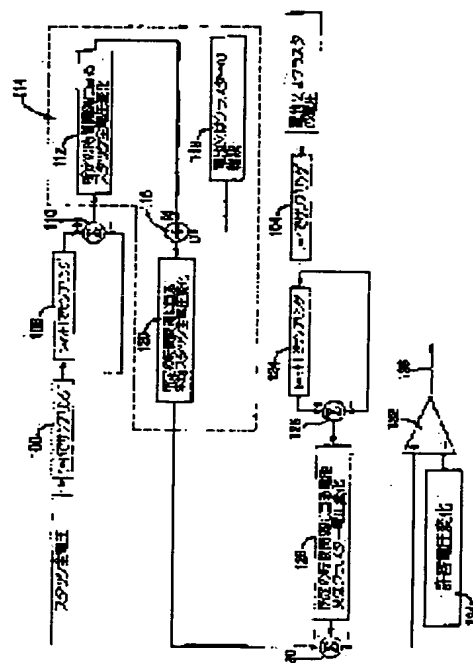
Priority number : 2000 510598 Priority date : 22.02.2000 Priority country : US

(54) METHOD AND DEVICE FOR PREVENTING CELL REVERSION IN FUEL CELL STACK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect the start of cell reversion in a fuel cell as soon as possible.

SOLUTION: A diagnosing method or a device for detecting cell reversion in a fuel cell system comprises determining the voltage change of cells, all average cells of a cluster or the cluster in a stack over a preset time interval and the voltage change of individual cell or the cluster for the same time interval and producing a difference between the voltage change of the average cells or the cluster and the voltage change of the individual cells or the cluster. The difference is compared with an allowable reference difference. When the voltage of the individual cells or the cluster is changed significantly more or less than the average voltage change of the remaining cells or cluster in the stack, the method or device produces an output showing that the cell reversion is near.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-236979

(P2001-236979A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl.⁷

H01M 8/04

識別記号

F I

H01M 8/04

テーマコード(参考)

Z 5H027

審査請求 有 請求項の数10 OL (全12頁)

(21) 出願番号 特願2001-6784(P2001-6784)

(22) 出願日 平成13年1月15日 (2001.1.15)

(31) 優先権主張番号 09/510598

(32) 優先日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590001407

ゼネラル・モーターズ・コーポレーション

GENERAL MOTORS CORP

ORATION

アメリカ合衆国ミシガン州48202, デトロ

イト, ウェスト・ランド・ブルバード

3044

(72) 発明者 ブルース・ジェイ・クリンガーマン

アメリカ合衆国ニューヨーク州14522, バ

ルマイラ, ルート・トゥエンティーファース

スト・ノース 1855

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

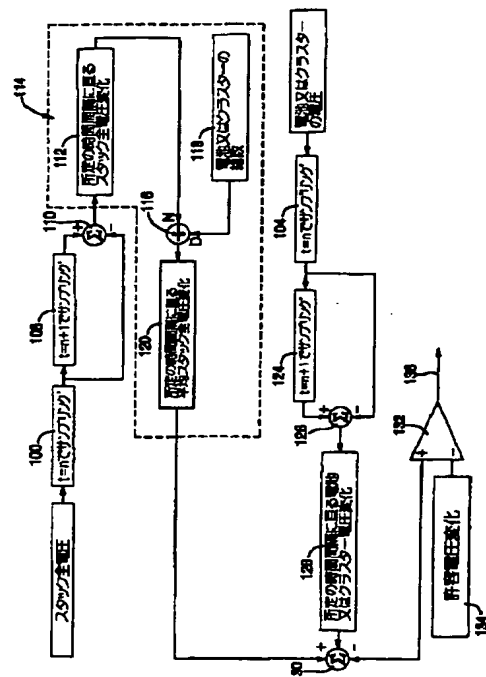
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池スタックにおいて電池反転を防止するための方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 可能な限り早く、燃料電池内の電池反転の始まりを検出する。

【解決手段】 燃料電池スタック内の電池反転を検出するための診断方法及び装置に関する。進歩的方法及び装置は、所定の時間間隔に亘るスタック内の電池若しくはクラスターの全ての平均電池若しくはクラスター電圧変化と、同じ時間間隔の間の個々の電池若しくはクラスターの電圧変化と、を決定し、平均電池若しくはクラスターの電圧変化と、個々の電池若しくはクラスターの電圧変化との間の差を生成する。この差は、許容可能な基準差と比較される。本方法及び装置は、個々の電池若しくはクラスターの電圧が、スタック内の残りの電池若しくはクラスターの平均電圧変化より有意に増減して変化した場合、電池反転が差し迫っていることを示す出力を生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池装置を作動させる方法であって、該装置では、燃料電池スタックが複数の燃料電池を含み、(a) 前記燃料電池スタックにおける全ての電池の平均電池電圧変化を、所定の時間間隔に亘って決定し、(b) 前記時間間隔と同じ所定の時間間隔に亘って、一つの電池の電圧変化を決定し、(c) 前記工程(a)で決定された全ての電池の平均電池電圧変化及び前記工程(b)で決定された一つの電池の電圧変化の間の差を決定し、(d) 前記工程(c)で決定された差を、基準差と比較し、該決定された差が該基準差を超えた場合、電池反転を示す出力を生成する、各工程を含む方法。

【請求項2】 前記燃料電池スタックにおける全ての電池の平均電池電圧変化を決定する工程は、時刻 $t = n$ 及び $t = n + 1$ におけるスタック電圧を各々サンプリングし、時刻 $t = n$ 及び $t = n + 1$ におけるスタック電圧の差を決定し、前記決定された差をスタック中の電池数で除算する、各工程を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記工程(a)乃至(d)が前記スタック中の各々の電池に対して繰り返される、請求項1に記載の方法。

【請求項4】 燃料電池装置を作動させる方法であって、該装置では、燃料電池スタックが複数の燃料電池クラスターを含み、(a) 前記燃料電池スタックにおける全ての電池クラスターの平均電池クラスター電圧変化を、所定の時間間隔に亘って決定し、(b) 前記時間間隔と同じ所定の時間間隔に亘って、一つの電池クラスターの電圧変化を決定し、(c) 前記工程(a)で決定された全ての電池の平均電池クラスター電圧変化及び前記工程(b)で決定された一つの電池クラスターの電圧変化の間の差を決定し、(d) 前記工程(c)で決定された差を、基準差と比較し、該決定された差が該基準差を超えた場合、電池反転を示す出力を生成する、各工程を含む方法。

【請求項5】 前記燃料電池スタックにおける全ての電池クラスターの平均電池クラスター電圧変化を決定する工程は、時刻 $t = n$ 及び $t = n + 1$ におけるスタック電圧を各々サンプリングし、時刻 $t = n$ 及び $t = n + 1$ におけるスタック電圧の差を決定し、前記決定された差をスタック中の電池クラスター数で除算する、各工程を含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 前記工程(a)乃至(d)が前記スタック中の各々の電池クラスターに対して繰り返される、請求項4に記載の方法。

【請求項7】 燃料電池スタック内の差し迫った電池反

転を検出するための装置であって、該燃料電池スタックは、スタック内に配列された複数の燃料電池を備え、前記燃料電池スタックにおける全ての電池の平均電池電圧変化を、所定の時間間隔に亘って決定する手段と、前記時間間隔と同じ所定の時間間隔に亘って、一つの電池の電圧変化を測定する手段と、前記所定の時間間隔に亘る、前記スタックの電圧変化及び前記一つの電池の電圧変化の間の差を決定する手段と、

10 決定された差を、許容可能な基準差と比較し、該決定された差が該基準差を超えた場合、電池反転を示す出力を生成する手段と、を含む装置。

【請求項8】 前記スタックにおける全ての電池の平均電池電圧変化を決定する前記手段は、前記所定の時間間隔の開始時刻及び終了時刻でスタック電圧を測定する手段と、前記所定の時間間隔の前記開始時刻で測定されたスタック電圧及び前記終了時刻で測定されたスタック電圧の間の差を決定する手段と、
20 決定された前記差を前記スタック内の電池総数で除算する手段と、を含む、請求項7に記載の装置。

【請求項9】 燃料電池スタック内の差し迫った電池反転を検出するための装置であって、該燃料電池スタックは、クラスター内に配列された複数の燃料電池を備え、前記燃料電池スタックにおける平均クラスター電圧変化を、所定の時間間隔に亘って決定する手段と、前記所定の時間間隔に亘って、前記クラスター内の一つの電池の電圧変化を測定する手段と、
30 前記時間間隔と同じ所定の時間間隔に亘って、前記クラスターの電圧変化及び前記一つの電池の電圧変化の間の差を決定する手段と、決定された差を、許容可能な基準差と比較し、該決定された差が該基準差を超えた場合、出力を生成する手段と、を含む装置。

【請求項10】 前記クラスターにおける全ての電池の平均クラスター電圧変化を決定する前記手段は、前記所定の時間間隔の開始時刻及び終了時刻でスタック電圧を測定する手段と、
40 前記所定の時間間隔の前記開始時刻で測定されたスタック電圧及び前記終了時刻で測定されたスタック電圧の間の差を決定する手段と、決定された前記差を前記スタック内の電池総数で除算する手段と、を含む、請求項9に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池システムに係り、より詳しくは、電力を生成するため H_2 の豊富なガスを消費する複数の電池を有するシステムに関す

る。

【0002】アメリカ合衆国政府は、米国エネルギー省により授与された契約番号DE-AC02-90CH10435に従って本発明に関する権利を有する。

【0003】

【従来技術】燃料電池は、多数の用途で電力源として使用されてきた。例えば、燃料電池は内燃機関に取って代わるため電気自動車の電力設備で使用するため提案されてきた。陽子交換膜（PEM）型式の燃料電池では、水素が燃料電池のアノードに供給され、空気がカソードに酸化剤として供給される。PEM燃料電池は、薄い陽子透過性で非導電性の固体ポリマー膜電解質からなる「膜電極アセンブリ（MEA）」を備え、固体ポリマー膜電解質は、その一方の面にアノード触媒、反対側の面にカソード触媒を有している。MEAは、一対の導電性エレメントの間に挟まれ、該一対の導電性エレメントは、

（1）アノード及びカソード用の電流コレクターとして役立ち、（2）適切なチャンネル、及び／又は、各々のアノード及びカソードの触媒の表面に亘る燃料電池ガス状反応物の分配のための開口を含む。膜及び触媒は、陽子がこの膜を通過して酸素側に移行することを促進する。陽子が膜を通過するとき、残りの電子は、膜のアノード即ち水素側に負の電荷を残す。陽子が追加されると、酸素側即ちカソードは、正の電荷を維持する。これら2つの側の間に電気的負荷をワイヤ接続することによって、電流が仕事を生成しながら流れる。水素及び酸素は、カソード側で H_2O を形成するため結合される。

【0004】「燃料電池」という用語は、典型的には、文脈に応じて単一電池及び複数の電池（スタック）のいずれかに言及するため使用される。複数の個々の電池は、一般には、燃料電池スタックを形成するため一緒に束ねられ、一般に、直列に配列されている。スタック内部の各々の電池は、前述した膜電極アセンブリ（MEA）を含み、そのような膜電極アセンブリの各々は、その電圧の増分を提供する。スタック内部で隣接する電池のグループは、クラスターと言及される。スタック内における多数の電池の典型的な配列は、ゼネラル・モータース・コーポレーションに譲渡された、米国特許番号5,763,113号で説明されている。燃料電池スタック内の各々の電池は、典型的には、約1.0Vしか生成しない。負荷がかかると、これは、（電流に応じて）約0.7Vまで低下する。かくして、自動車を作動させる上で十分な重要な電圧を生成するために、数百もの電池を直列に積み重ねなければならない。その結果生成される電流のアンペア数は、自動車に電力を供給する上で十分に大きい。

【0005】PEM燃料電池では、水素（ H_2 ）がアノード反応物（即ち燃料）であり、酸素がカソード反応物（即ち酸化剤）である。酸素は、純粋形態（ O_2 ）及び空気（ O_2 と N_2 の混合物）のいずれでもよい。固体ポリ

マー電解質は、典型的には例えばフッ化硫酸などのイオン交換樹脂から作られる。アノード又はカソードは、典型的には細かく分割された触媒粒子を含み、これらの粒子は炭素粒子に担持され、陽子伝達性樹脂で混合されることが多い。触媒粒子は、典型的には、高価な貴金属粒子である。これらの膜電極アセンブリは、製造する上で比較的高価であり、効率的な作動のため、適切な水管理、加湿及び一酸化炭素（CO）などの触媒汚染要素の制御を含む幾つかの条件を必要とする。

【0006】車両の用途に対しては、燃料電池用の水素源として例えばアルコール（例えばメタノール又はエタノール）或いは炭化水素（例えばガソリン）などの液体燃料を使用するのが望ましい。車両用のそのような液体燃料は、車内に蓄えるのが容易であり、液体燃料を供給するための全国的なインフラストラクチャーが存在する。しかしながら、そのような燃料は、燃料電池に燃料供給するためには、その水素含有成分を解放するように解離されなければならない。解離反応は、化学燃料プロセス即ち改質器内部で達成される。燃料プロセスは、1つ又は複数の反応器を含み、該反応器では、燃料は、主要には水素及び二酸化炭素を含む改質ガスを与えるため、蒸気及び時として空気と反応する。例えば、蒸気メタノール改質プロセスでは、理想的には、メタノール及び（蒸気としての）水が水素及び二酸化炭素を生成するように反応される。実際には、一酸化炭素及び水も生成される。ガソリンの改質プロセスでは、蒸気、空気及びガソリンが、2つの区画を含む燃料プロセス内で反応される。そのうちの一つは、主として部分酸化反応器（POX）であり、他方は、主として蒸気改質器（SR）である。燃料プロセスは、水素、二酸化炭素、一酸化炭素及び水を生成する。水／ガスシフト反応器（WGS）及び優先酸化反応器（PROX）などの下流の反応器は、空気から得られる酸素を酸化剤として使用して、一酸化炭素（CO）から二酸化炭素（ CO_2 ）を生成するため使用される。ここで、空気供給の制御は、COを CO_2 に選択的に酸化させるために重要である。

【0007】PEM燃料電池によって消費するための水素の豊富な改質物を生成するため炭化水素燃料を処理する燃料電池システムが知られている。このシステムは、本発明の代理人であるゼネラル・モータース・コーポレーションに各々譲渡されている、1997年11月に出願された現在係属中の米国特許出願シリアル番号08/975,442号及び08/980,087号、並びに、1998年11月に出願された米国特許シリアル番号09/187,125号で説明されており、更に、1998年3月5日に公開された、国際特許出願番号WO98/08771号で説明されている。典型的なPEM燃料電池及びその膜電極アセンブリ（MEA）は、各々1993年12月21日に登録された米国特許5,272,017号及び1994年5月31日に登録された

5, 316, 871号で説明されている。それらの特許はゼネラル・モーターズ・コーポレーションに譲渡されている。

【0008】燃料電池システムの効率的な作動は、燃料電池を通過して流れる良好なガスを効率的に制御するための能力に依存する。スタックに負荷を印加するとき、各々の電池は、水素及び酸素を適切に供給されなければならない。電池への十分なガスの流れを得ることができない場合、電池反転 (cell reversal) として知られる状態を引き起こす。この状態は、個々の電池、並びに、全スタックの完全な状態に逆の影響を及ぼし得る。

【0009】非常に低い電池電圧が電池反転の始まりを示すということが分かってきた。究極的には、電池は、アノード電圧より0.7ボルト高いカソードを有する代わりに、当該電池がカソードの電位より約1.6ボルト高いアノード電位を有するように電気極性を反転させさえる。電池は、電圧供給の代わりに、電圧沈下として作用する。これは、熱を生成し、全スタック電圧をそれを増加させる代わりに減少させる。

【0010】たとえ燃料電池スタック全体に亘る電圧を知ることができたとしても、これは、スタック内で問題のある1つの電池の存在を示唆することはない。換言すれば、小さい電圧降下が多数の電池で発生したことで、問題を持つ弱い一つの電池で大きい電圧降下が発生したことは区別できない。このことは、燃料電池スタックが、例えば与えられた負荷の下で0.7ないし0.8ボルトである200個の電池を持ち得る一例によって明らかとなる。3つの電池が0.75ボルトから0.0ボルトまで電圧降下する状況では、燃料電池スタック全体に亘る電圧変化は、150ボルトから147.75ボルトまで変化する。この後者の値は、全ての電池が0.7ボルトであって、即ち、名目上は許容可能な140ボルトのスタック電圧を示すより低い範囲にあった場合、予想される電圧を十分に超えている。

【0011】燃料電池の物理的な製造によって各電池で小さい相違が導入され、改質物中の適度に高いCOレベルに関して特に、幾つかの電池が常に他の電池よりも遥かに良好な性能とされる。弱い性能の電池は、スタック内で他の電池よりかなり低い電圧を持ち得るが、電池反転無しにその電圧をなおも維持し得る。

【0012】スタック中の各電池の電圧を監視することが有効である一方で、経済的な見地から、これは必ずしも厳密に必要とされること即ち望ましいことではない。自動車の電力及び電圧範囲で使用するため寸法が定められた典型的なPEM燃料電池スタックが約150ないし200の電池を含むので、150ないし200の電池全ての電圧読み取りのロジスティック (logistic) は、ハードウェアの接続に関して重要なタスクとなり得る。また、150ないし200の電池各々からの全サイズのデータが処理されることに起因して、電池電圧の情報の全

てを収集し、これを処理するため有効なソフトウェアを設計することが重要である。

【0013】かくして、従来のアプローチは、各々個々の電池の代わりに「クラスター」と呼ばれる電池グループを監視することに頼っていた。1つのクラスター内に非常に多数の電池をグループにしないように注意が払われなければならない。選択されたクラスター出力に対する各々の電池の出力のトータルの寄与は、クラスター内の電池が名目的な性能の低い側にあるところの状態から個々の乏しい能力の電池を区別することができるように十分に大きくなければならないからである。この区別制限によって、通常、1つのクラスター内に3又は4つの電池が一緒にグループにされる。

【0014】しかしながら、電池作動状態を監視する際にクラスターを用いる典型的なアプローチは、乏しい性能のクラスターの電池の一つに妨害即ち実際の電池反転を示す乏しい性能のクラスターを検出するため、スタック内で他のクラスターを各々のクラスターと比較することである。各々のクラスターの電圧は、校正電圧とも比較され、特定のクラスターの監視電圧が予め選択された構成電圧より小さいとき、救済処置を示す信号が生成される。

【0015】しかしながら、各々の電池及びこれら電池のクラスターを同一に製造することができないので、一つの電池又は電池のクラスターの性能は、燃料電池スタック内の他の電池又はクラスターの性能とかなり変動し得る。かくして、燃料電池内の特定の電池又は電池クラスターに関する低電圧状態は、その特定の電池又はクラスターにのみ関連し、異なっているがなおまだ公称の作動性能を持ち得る燃料電池内の他の電池又はクラスターには関係しない。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】かくして、可能な限り早く、燃料電池内の電池反転の始まりを検出するための方法及び装置を提供することが望ましい。燃料電池スタックの完全な状態への逆効果を防止するため救済処置を強いる電池反転の始まりを検出するための方法及び装置を提供することも望ましい。特定のスタック内で他の電池又はクラスターというよりもそれ自身に対する各々の電池又はクラスターを比較する、燃料電池スタック内の電池反転の始まりを検出するための方法及び装置を提供することも望ましい。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、燃料電池における電池反転を検出するための診断方法及び装置である。

【0018】本進歩的な方法は、(a) 燃料電池スタックにおける電池若しくはクラスターの全ての平均電池電圧変化若しくは平均クラスター電圧変化を、所定の時間間隔に亘って決定し、(b) 同じ所定の時間間隔に

亘って、一つの電池若しくは一つのクラスターの電圧変化を決定し、(c) 工程(a)で決定された全ての電池若しくはクラスターの平均電池電圧変化若しくは平均クラスター電圧変化、及び、工程(b)で決定された一つの電池の電圧変化若しくは一つのクラスターの電圧変化の間の差を決定し、(d) 工程(c)で決定された差を、基準差と比較し、該決定された差が該基準差を超えた場合、電池反転を示す出力を生成する、各工程を含む。

【0019】本発明の一態様では、平均電池電圧若しくは平均クラスター電圧は、時刻 $t=n$ 及び $t=n+1$ におけるスタック電圧を各々サンプリングし、時刻 $t=n$ 及び $t=n+1$ におけるスタック電圧の差を決定し、ここで、1は、時間的増分を示し、決定された差をスタック内の電池総数で除算する、各工程を含む。

【0020】本進歩的な方法の工程(a)乃至(d)は、スタック中の各々連続する電池若しくはクラスターに対して実行され、各時刻において、同じ時間間隔に亘るスタック電圧変化が決定される。

【0021】所定の時間間隔に亘る一つの個々の電池若しくはクラスターの電圧変化と、これと比較される同じ時間間隔に亘るスタック内の全ての電池若しくはクラスターの平均電圧変化との間の有意に大きい差は、電池反転が差し迫っていることを示すことができる。

【0022】本発明の別の態様では、複数の電池を含む燃料電池スタックにおける差し迫った電池反転を検出するため、装置が開示される。本装置は、燃料電池スタックにおける全ての電池の平均電池電圧変化を、所定の時間間隔に亘って決定する手段を備える。同じ所定の時間間隔に亘って、一つの電池の電圧変化を測定するための手段が設けられる。同じ所定の時間間隔に亘る、スタック内の電池の平均電圧変化及び前記一つの電池の電圧変化の間の差を決定するための手段が設けられる。最後に、決定された差を、許容可能な基準差と比較し、該決定された差が該基準差を超えた場合、電池反転を示す出力を生成する手段が設けられる。

【0023】スタック内の全ての電池の平均電池電圧変化を決定するための手段は、所定の時間間隔の開始時刻と終了時刻とでスタック電圧を測定する手段、所定の時間間隔の開始時刻におけるスタック電圧と所定の時間間隔の終了時刻におけるスタック電圧との間の差を決定する手段、並びに、スタック内の電池総数により決定された差を除算する手段を備える。

【0024】本進歩的方法及び装置は、燃料電池スタックの一つの電池若しくは一つのクラスターにおける電圧変化と、スタック内の全ての電池若しくはクラスターの平均電圧変化との間の有意な差を検出したとき、出力を生成する。これによって、燃料電池スタックの完全な状態をスタックの任意の電池で差し迫った電池反転に起因した問題から保護するため救済処置を迅速に取ることを

可能にする。

【0025】本発明の様々な特徴、利点及び他の使用方法は、次の説明及び添付した図面を参照することによってより明らかとなる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明に係る方法及び装置は、例示のみによって、図1に示された燃料電池システムを参照して更に理解することができる。従って、本発明を更に説明する前に、燃料電池反転の始まりを検出する本方法及び装置がその内部で用いられるところのシステムを理解することが有用である。

【0027】図1は、燃料電池システムの一例を示している。このシステムは、車両推進用のエネルギー源として車両(図示せず)で使用することができる。本システムでは、炭化水素が燃料プロセッサで処理され、例えば、体積又はモル単位で比較的高い水素含有量を有する改質ガスを生成するため、改質及び優先酸化プロセスによって燃料プロセッサで処理される。従って、水素の豊富、即ち比較的高い水素含有量が基準とされる。

【0028】以下、本発明は、改質物が作られる方法に係りなく、 H_2 の豊富な当該改質物により燃料供給される燃料電池の文脈で説明される。本文中で具体化された原理は、改質可能な炭化水素及び水素含有燃料、例えばメタノール、エタノール、ガソリン、アルケン、又は、他の脂肪族若しくは芳香族の炭化水素などを含む任意の源から得られる H_2 により燃料供給される燃料電池に適用可能であることが理解されるべきである。

【0029】図1に示すように、燃料電池装置は、改質可能な炭化水素の燃料の流れ6と、水の流れ8からの蒸気の形態にある水とを触媒的に反応させるための燃料プロセッサ2を備えている。幾つかの燃料プロセッサでは、空気は、優先酸化/蒸気改質反応の組み合わせにおいても使用される。この場合には、燃料プロセッサ2は、空気の流れ9も受け入れる。燃料プロセッサは、1つ又はそれ以上の反応器12を含み、該反応器では、流れ6内の改質可能な炭化水素燃料が、水素の豊富な改質物を生成するため、水/流れ8及び時として(流れ9内の)空気存在下で解離を経験する。更には、各々の反応器12は、1つ又はそれ以上の反応器ベッドを持ち得る。反応器12は、1つ又はそれ以上の区分即ちベッドを持ち、様々な設計が知られ且つ利用可能である。従って、反応器12の選択及び配置は、変更することができる。以下、例として掲げた燃料改質反応器14及び下流側の反応器16を説明する。

【0030】例示の方法によれば、一例としての蒸気/メタノール改質プロセスでは、メタノール及び(蒸気としての)水は、従来技術の欄で前述したように、水素及び二酸化炭素を生成するため、反応器14内で理想的に反応される。実際には、一酸化炭素及び水も生成される。更なる例によれば、一例としてのガソリン改質プロ

セスにおいて、蒸気、空気及びガソリンが2つの区分を有する反応器14を含む燃料プロセッサ内で反応される。反応器14の一方の区分は、主要には、部分酸化反応器(POX)であり、当該反応器の他方の区分は、主要には、蒸気改質器(SR)である。メタノール改質の場合のように、ガソリン改質は、所望の水素を生成するが、加えて、二酸化炭素、水及び一酸化炭素を生成する。従って、各々の型式の改質の後、生成物の流れの一酸化炭素含有量を減少させることが望ましい。

【0031】従って、燃料プロセッサは、1つ又はそれ以上の下流反応器16も典型的に備えており、これらは、従来技術の欄で前述したように、一酸化炭素から二酸化炭素への生成に使用される、例えば水/ガスシフト(WGS)反応器及び優先酸化反応器(PROX)などである。好ましくは、水素、二酸化炭素及び水を含む最初の改質ガスの流れは、許容可能なレベル、例えば20ppm以下にCOレベルを減少させるため、優先酸化(PROX)反応器16で更に取り扱われる。次に、H₂の豊富な改質物20は、バルブ31を通して燃料電池22のアノードチャンバーに供給される。これと同時に、酸化剤の流れ24からの酸素(例えば空気)は、燃料電池22のカソードチャンバーに供給される。改質物の流れ20からの水素及び酸化剤の流れ24からの酸素は、電気を生成するため燃料電池22内で反応する。

【0032】燃料電池22のアノード側からの排出物即ち流出物26は、未反応の水素を幾らか含む。燃料電池22のカソード側からの排出物即ち流出物28は未反応の酸素を幾らか含む。酸化剤流れ24用の空気は、空気供給手段、好ましくは、コンプレッサ30によって提供される。空気供給手段(コンプレッサ30)からの空気は、通常の作動条件下ではバルブ32によって燃料電池22に向けられる。しかしながら、始動の間では、バルブ32は、燃焼器34の入力通路に空気を提供するために付勢される。空気は、ライン46を介して供給された燃料と反応するため、燃焼器34で使用される。燃焼器の熱は、燃料プロセッサ2の様々な部品を加熱するため使用される。

【0033】燃料プロセッサ2内で発生する反応の幾つかは、吸熱性であり、その結果、熱を必要とし、他の反応は発熱性であり、熱の除去を必要とすることに注目されたい。典型的には、PROX反応器16は、熱の除去を必要とする。反応器14内の改質反応の一つ又はそれ以上は、典型的には、吸熱性であり、熱が追加されることを必要とする。これは、典型的には、反応物、燃料6、流れ8及び空気9を予め加熱することによって、及び/又は選択された反応物を加熱することによって達成される。

【0034】燃焼器34からの熱は、始動の間、選択された反応器及び燃料プロセッサ2内の反応器ベッドを加熱する。燃焼器34は、必要に応じて、間接的な熱輸送

によって、選択された反応器及び燃料プロセッサ内のベッドの加熱を達成する。典型的には、そのような間接的に加熱される反応器は、入口及び出口を備えた反応チャンバーである。反応チャンバー内部では、これらのベッドは、キャリア部材基体の形態にあり、各々は、所望の化学反応を達成するための触媒的な能動材料を担持する第1の表面を有する。第1の表面と反対側にある第2の表面は、熱いガスからキャリア部材基体への熱輸送のためにある。更に加えて、燃焼器34は、燃料プロセッサ2への反応物質として供給される燃料6、水8及び空気9を予備加熱するため使用可能である。

【0035】燃料プロセッサ2に供給される空気9は、反応器12の一つ又はそれ以上において使用され得ることに着目されたい。反応器14がガソリン改質反応器である場合、ライン9からの空気は反応器14に供給される。PROX反応器16もCOをCO₂に酸化させるため空気を利用し、ライン9を介して空気供給源(コンプレッサ30)から空気を受け取る。

【0036】燃焼器34は、入口端部42、排出端部44及び両端部の間の触媒区分48を備えるチャンバー41を画成する。炭化水素燃料は、燃焼器の中に注入される。炭化水素燃料は、液体形態にある場合、燃焼器へ注入される前、又は、燃焼用の燃料を分散させるため燃焼器の一分に注入される前のいずれかで蒸発されるのが好ましい。蒸発は、電気ヒーターによりなされ得る。一旦、システムが作動し、燃焼器が加熱された場合、蒸発は、入ってくる燃料を蒸発させるため燃焼器の排出からの熱を使用して熱交換により発生させることができる。好ましくは、燃料計量装置43は、炭化水素の燃料が燃焼器に提供される率を制御するため提供される。

【0037】炭化水素燃料46及びアノード流出物26は、燃焼器34の触媒区分48内で反応され、この区分は、燃焼器34の入口端部42及び出口端部44の間に存在する。酸素は、バルブ32を介して空気供給手段(即ち、コンプレッサ30)、又は、例えばカソード流出物の流れ28などの第2の空気の流れのいずれかから、システム作動状態に応じて、燃焼器34に提供される。バルブ50は、燃焼器の排出物36が燃料プロセッサ2内の反応物を加熱するため必要とされないとき、それを大気に捨て去ることを可能にする。

【0038】理解できるように、炭化水素の燃料の流れ46は、燃料電池装置の遷移状態及び定常状態の必要性に合致させるため、必要とされるとき、燃焼器34のためのアノード流出物26を増補する。幾つかの状況では、排気ガスは、大気に解放される前に、レギュレータ38、停止バルブ140及びマフラー142を通過する。図1では、これらのシンボルは、以下の通りである。Vはバルブ、MFMは流量計、Tは温度モニター、Rはレギュレータ、Cは燃料電池のカソード側、Aは燃料電池のアノード側、INJはインジェクタ、COMP

はコンプレッサである。

【0039】燃料プロセッサ2内の選択された反応器により要求される熱量は、燃焼器34により供給されるべきであり、燃料の量、水入力及び究極的には燃料プロセッサ2内の所望の反応温度に依存する。前述したように、空気も改質反応器で使用されることがあり、燃料及び水の導入と共に考慮されなければならない。燃料プロセッサ2の熱要求量を供給するため、燃焼器34は全ての10 アノード排気物即ち流出物及び可能ならば幾らかの液体燃料を利用する。燃料プロセッサ2の所望の熱必要量に合致させるため、究極的には燃料プロセッサ2の要求を満たすため、エンタルピーの方程式が、燃焼器34に供給されるべきカソード排気物即ち空気の量を決定するために使用される。燃焼器34に提供される酸素又は空気は、典型的に燃料電池22のカソードに供給される全酸素のある割合であるカソード流出排気物28、及び、コンプレッサ出力空気流れのうち1方又は両方を備えている。これは、当該装置がコンプレッサ空気流れが排他的に用いられる始動モードで作動しているか或いはカソード流出物28及び／又はコンプレッサ空気を使用した20 駆動モードのいずれかで作動しているかに応じて定まる。駆動モードでは、カソード流出物28によっては合致されない燃焼器34により必要とされる空気全体、酸素、希釈剤は、燃焼器34及び燃料プロセッサ2により要求される熱及び温度を満足させるためのある一定量が、コンプレッサ30によって供給される。空気の制御は、空気希釈バルブ47を介して実行される。このバルブは、燃焼器34に供給されるカソード排出物28の抜き取り量を制御するため可変のオリフィスを有する、ステッパーモータ駆動型のバルブである。

【0040】本発明の燃料電池装置は以下のように作動する。燃料電池装置が低温で始動するときの作動の開始時において、(1)必要なシステム空気を提供するためコンプレッサ30が外部電源(例えばバッテリー)から付勢される電気モータによって駆動される。(2)空気が燃焼器34に導入される。炭化水素燃料46(例えばMeOH又はガソリン)が燃焼器34に注入される。

(3)空気及び燃料が、燃焼器34内で反応し、そこで、ほぼ完全な燃料の燃焼が実効される。(4)燃焼器34から出た高温排気ガスは、燃料プロセッサ2と連係された選択反応器12に輸送される。40

【0041】一旦、燃料プロセッサ2内の反応器が適切な温度を達成した場合、改質プロセスが開始する。

(1)バルブ32は、燃料電池22のカソード側に空気を向けるため付勢される。(2)燃料及び水が、改質反応を開始するため燃料プロセッサ2に供給される。

(3)燃料プロセッサ2から出た改質物は燃料電池22のアノード側に供給される。(4)燃料電池22からのアノード流出物26が燃焼器34に向けられる。(5)燃料電池22からのカソード流出物28が燃焼器34に50

向けられる。(6)燃料、空気、カソード流出物28及びアノード流出物26が燃焼器34内で燃焼される。

【0042】幾つかの条件の下では、燃焼器34は、追加の炭化水素燃料46の必要無しに、アノード及びカソード流出物単独で作動することができる。そのような条件の下では、燃焼器34への燃料の注入は中断される。他の条件、例えば電力の要求を増加させる条件の下では、増補の燃料46が燃焼器34に提供される。燃焼器34は、例えば、炭化水素燃料、並びに、燃料電池22のアノードからのアノード流出物26などの多数の燃料を受け取る。燃料電池22のカソードからの酸素を使い果たした排出空気及びコンプレッサ30からの空気が、燃焼器34に供給される。

【0043】本燃料電池システムの一例によれば、図1に示されたコントローラ150は、図1に示されたシステムの様々な態様の作動を制御する。コントローラ150は、任意の適切なマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、パーソナルコンピュータなどから構成することができ、これは制御プログラム及びメモリ中に格納されたデータを実行することが可能な中央処理ユニットを有する。コントローラ150は、図1の任意の構成要素に特化した専用コントローラであってもよく、或いは、主要な車両用電子制御モジュールに格納されたソフトウェアで実行されてもよい。更に、ソフトウェアベースの制御プログラムが上述したように様々な作動モードにおけるシステム構成要素を制御するため利用可能であるが、燃焼器の制御は専用の電子回路によって部分的又は全て実行されてもよいことが理解されよう。

【0044】好ましい実施形態では、燃料電池システムは、車両推進システム60(図2を見よ)の一部分として燃料電池22を含む。ここでは、外部回路の一部分は、バッテリー62、電気モータ64、及びこれらと連係する図示しない駆動用電子機器を含む。この駆動用電子機器は、燃料電池システム、特に燃料電池22と連係された直流から直流への(DC/DC)コンバータ61から電気エネルギーを受け取り、それをモータ64により生成される機械的エネルギーに変換するように構成及び配置されている。バッテリー62は、燃料電池22により供給された電気エネルギーを受け取ってこれを蓄え、再生成の空白期間の間にモータ64により供給された電気エネルギーを受け取ってこれを蓄え、及び該電気エネルギーをモータ64に提供するため構成及び配置されている。モータ64は、車両(図示せず)の車輪を回転させるため駆動車軸66に連結されている。電気化学的エンジン制御モジュール(EECM)70及びバッテリーバックモジュール(BPM)71は、例えばスタックの電圧及び電流を含む様々な作動パラメータを監視するが、これらのパラメータに限定されるものではない。例えば、バッテリーバックモジュール(BPM)71によって、又は、BPM71及びEECM70の両方によ

って、BMP71により監視される状態に基づいて車両コントローラ74に出力信号(メッセージ)を送る。車両コントローラ74は、電気モータ64、図示しない駆動用電子機器、DC/DCコンバータ61、及びインバータ65を制御し、EECM70からの電気パワーレベルを要求する。

【0045】「燃料電池」という用語は、図3で更に示されるように多数の個々の燃料電池を含む燃料電池スタックに言及するためにも使用される。かくして、典型的な構成の図1の燃料電池22は、スタック80内の多数の電池84からなる。燃料電池スタック80は、直列に接続された複数の電池84からなり、それらは時として百又はそれ以上のオーダーの数からなる。スタック80内の各々の電池84は、前述した膜電極アセンブリを含み、そのような電池84の各々は、電圧の逐次増加を提供する。

【0046】スタック80内の電池84のグループは、「クラスター」86と称され、スタック80は、複数のクラスター86から形成され、その各々のクラスターは通常同一数の電池84から形成される。スタック80内の電池82の総数は、各クラスター86内の多数の電池84に等しく分割可能ではない場合、端部のクラスター86は、より少数の電池84を持つ。例えば、200の電池を備えたスタックは、各々3つの電池を持つクラスターを持ち得る。66のクラスターが3つの電池を持ち、67番目のクラスターはたった2つだけの電池しか持たない。全てのクラスター86が同じ名目的な電圧を持つようにするために、最後のクラスター86は、乗算器で水増しされなければならない。以前の例では、67番目のクラスター電圧は、2つの電池の代わりに3つの電池を持つように見せかけるため、1.5で乗算される。典型的には、1クラスター当たりの電池の数は3又は4の電池のオーダーにある。各々のクラスター86内の3つの電池84は、単なる例示として図示され、説明されている。他の数の電池も複数の同様のクラスター86を形成するため選択することができる。

【0047】図3では、個々の電池84のクラスター86の各々は、コンダクター85の手段により個別に且つ事実上同時に監視されることができる。このコンダクター85は、各クラスター86の正電極及び負電極を総和ノード即ち参照番号91により示された電圧測定装置に接続する。総和ノード即ち装置91は、夫々のクラスター86内で直列接続された電池84に対する累積電圧を提供する。各々の総和ノード91の出力(クラスター電圧(1)、クラスター電圧(2)など)は、後述される監視回路に差し向けられる。

【0048】スタック80の一端部から延びる正極コンダクター85及びスタック80の反対側の端部から延びる負極コンダクター88が、別個の総和ノード即ち接合部90に接続され、スタック80を形成するクラスター

86の個々の電池84全てに亘るスタック80の全電圧の測定値を提供する。

【0049】図4及び図5は、コントローラ150即ちEECM70におけるハードウェア又は好ましくはソフトウェアのいずれかで実施することができる制御及び流れ図を表している。

【0050】更に、進歩的な方法の以下の説明では、燃料電池スタック80内の個々の電池84は、ハードウェア及びソフトウェア設計上の経済性のため3つの電池のクラスター86でグループ化されている。しかし、本進歩的な方法は、各電池84に亘る電圧が直接監視される個々の電池監視システムで等しく使用可能であることが理解されよう。かくして、「クラスター」及び「電池」という用語は、本進歩的な方法において交換可能であることが理解されよう。

【0051】本方法によれば、図4及び図5に示されるように、例えば $t=n$ の瞬間的な時刻に総和接合部90で測定されたスタック全電圧が、スタック80の第1のクラスター84の電池若しくはクラスター電圧(以下では、クラスター電圧とのみ称する)と共に測定即ち決定される。図5に示されるように、第1のクラスターに対して、スタック全電圧がステップ100で測定され、ステップ102で、コントローラ150即ちEECM70内のメモリにセーブされる。これと同時に、クラスター電圧がステップ104で測定され、ステップ106でメモリにセーブされる。

【0052】次に、スタック電圧が、時刻 $t=n$ の後の所定時刻、即ち $t=n+1$ でステップ108で測定される。ここで、 n に加算された1は時間的逐次増分であって、例えば10ミリ秒を表す。 $t=n$ におけるスタック電圧と $t=n+1$ におけるスタック電圧との間の差即ち電圧変化が、所定時間に亘るスタック電圧変化を決定するため、例えばステップ112で、総和器110で測定即ち決定される。

【0053】本進歩的な方法は、次のステップ114で、 $t=n$ から $t=n+1$ に亘る時間間隔に亘ってスタック80内の全ての電池84の平均クラスター電圧変化を計算する。このステップを実行するとき、ステップ112で決定された所定時間に亘るスタック全電圧変化は、ステップ116で、入力118を使用した燃料電池スタック80のクラスター86の総数で除算される。この出力は、ステップ120で示されたように、所定時間に亘る($t=n+1-t=n$)平均クラスター電圧変化に等しい。これと同時に、例えば図3に示された接合部91で測定された第1のクラスター86のクラスター電圧が、時刻 $t=n$ でサンプリングされる。第1のクラスター86の電圧は、ステップ124で時刻 $t=n+1$ においてもサンプリングされる。クラスター電圧における電圧変化は、時刻 $t=n$ におけるクラスター電圧を、時刻 $t=n+1$ におけるクラスター電圧から差し引くことによ

て決定される。ステップ128の結果即ち出力は、ステップ128における所定時間に亘るクラスター電圧変化である。

【0054】ステップ120から得られた所定時間に亘るクラスター電圧は、ステップ130において、ステップ128から得られた所定時間に亘る平均クラスター電圧変化から差し引かれ、スタック80の各電池84に対する所定時間に亘る平均クラスター電圧変化と、上記例のクラスター番号1などの試験されている特定のクラスターの電圧変化との間の差値を提供する。この差値は、ステップ132で、許容可能な電圧差と比較される。比較ステップ132の出力136は、ゼロに等しいとき、電池反転でないことを示す許容可能な電圧変化差を示す。これに対して、比較ステップ132からの一つの出力136は、電池反転が差し迫っていることを示す許容できない電圧変化差を示している。

【0055】次に、本プロセスは、スタック80内の次のクラスター、例えばクラスター番号2に対して繰り返される。次のクラスター及び引き続く各々のクラスターに対して、スタック電圧が、引き続く各クラスターのための特定の逐次増分された時刻 $t = n$ 及び $t = n + 1$ で測定される。その電圧は逐次増分された同時刻で測定される。これは、スタックの全ての電池若しくはクラスターの電圧変化と、個々の電池若しくはクラスターの電圧変化との間の進行中の比較を提供する。

【0056】時刻 $t = n$ で、スタック電圧及び特定のクラスター若しくは電池の電圧を測定し、次に、所定時間に亘る平均クラスター電圧変化及び個々のクラスター電圧変化の決定が進行する前に、時刻 $t = n + 1$ でスタック電圧及び特定のクラスター若しくは電池の電圧を再測定する上記プロセスは、時刻 $t = n$ のスタック電圧及び同じ時刻 $t = n$ の個々のクラスター電圧が、スタック80内の個々のクラスター86の全てに対して、引き続いて、ステップ100乃至106で示されたように、測定され、セーブされるように変更することができることを理解されたい。次に、コントローラは、上述したように、所定の時間間隔に亘る平均クラスター電圧変化及び個々のクラスター電圧変化の決定が進行する前に、各々の連続的な電池又はクラスターに対して、時刻 $t = n + 1$ でスタック電圧及び個々のクラスター若しくは電池の電圧を再測定する。

【0057】各個別の電池又はクラスターの連続的な読み取りに対する時刻 $t = n$ 及び $t = n + 1$ の間の時間的増分は、より短い時間増分値が選択された状態で、任意の適切な時間とすることができる。10ミリ秒の時間増分は一例としてのみ使用される。

【0058】一実施例が本進歩的方法の利点を示している。スタック80が、50クラスター86に配列された200の個別電池84を備えていると仮定すると、各々のクラスターは4つの電池84を含んでいる。クラスター

番号1が、4.0から3.7ボルトへ、0.3ボルトの電圧低下を経験し、その一方で、スタック全電圧が200から198ボルトまで低下した場合、本進歩的方法は、平均クラスター電圧変化、即ち50クラスターに亘る低下、即ち負数としての0.04ボルトをクラスター番号1の0.3ボルト変化に加算し、0.26の電圧差を生成する。比較工程132の基準値134、本例では0.1にセットすることができ、これによって、電池反転が差し迫っていることを示す1の出力をコンパレータ132に提供する。クラスター番号1の電圧変化即ち低下量が平均電圧変化又は全スタック80内の全クラスターの低下量より高いからである。

【0059】比較工程132の出力が電池反転の可能性を示しているとき、燃料電池スタック80の完全な状態を維持するため、救済処置を直ちに取らなければならない。例えば、単純な警告又は表示を車両のドライバーに提供してもよく、これと同時に燃料電池にかかる負荷を除去する。

【0060】本方法は、各クラスターの代わりに各電池の電圧変化の測定に等しく適用できることも理解されよう。かくして、本診断方法は、燃料電池スタックにおける個々の電池若しくはクラスターで可能となる電池反転の始まりを検出することによって燃料電池の完全な状態を維持し、これを表示し、迅速な救済処置を取る。本方法は、各電池若しくはクラスターの電圧変化を、全スタック内の各電池クラスターの平均電圧変化と比較し、試験されている特定の電池若しくはクラスターが、スタック内の電池若しくはクラスターの残りより有意に多かれ少なかれ変化したか否かを決定して電池反転が切迫していることを示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に係る、電池反転を防止するための方法及び装置を利用することができる、燃料電池システムを示す流れ図である。

【図2】図2は、利用用途の手段に接続された、図1の燃料電池システムの概略図である。

【図3】図3は、本発明に従って電圧を監視するための接続態様でクラスター内に配置された燃料電池スタックの電池群を示す構成図である。

【図4】燃料電池スタックないの電池反転の始まりを検出するときの本発明の方法及び装置の作動シーケンスの流れ／制御図である。

【図5】本発明の方法及び装置に係るシーケンス工程を表す流れ図である。

【符号の説明】

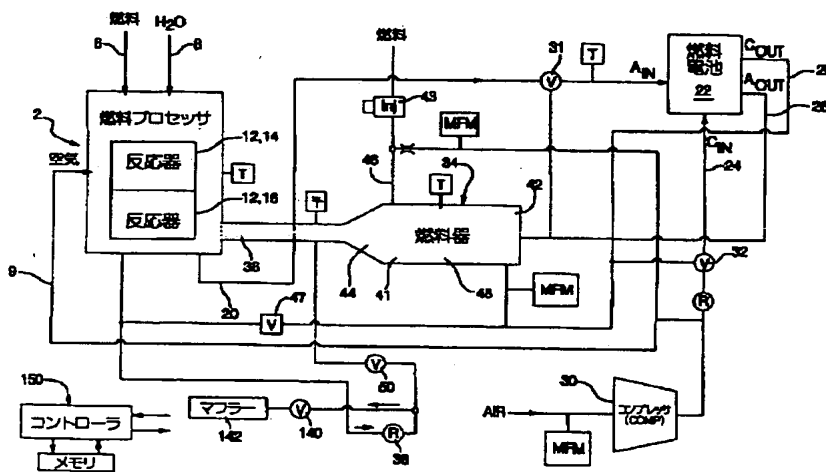
- 22 燃料電池
- 70 電気化学的エンジン制御モジュール
- 74 車両コントローラ
- 80 燃料電池スタック
- 84 個々の燃料電池

- 85 コンダクター
 86 クラスタ
 89 第2のクラスタの電池電圧の総和ノード
 90 全電池電圧の総和ノード
 91 クラスタの電池電圧の総和ノード
 92 全電池電圧
 100 スタック全電圧の $t = n$ におけるサンプリング
 104 電池又はクラスタ電圧の $t = n$ におけるサンプリング
 108 スタック全電圧の $t = n + 1$ におけるサンプリング
 110 総和器
 112 所定の時間間隔に亘るスタック全電圧変化
 114 スタック内の全電池の平均クラスタ電圧変

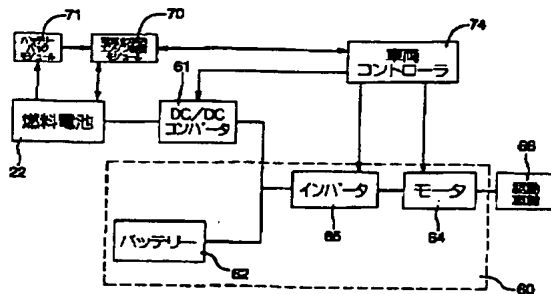
化の計算

- 116 除算器
 120 所定の時間間隔に亘る平均スタック全電圧変化
 124 電池又はクラスタ電圧の $t = n + 1$ におけるサンプリング
 126 総和器
 128 所定の時間間隔に亘る電池又はクラスタ電圧変化
 130 総和器
 132 コンパレータ (比較工程)
 134 許容電圧変化
 136 電池反転が差し迫っていること及び電池反転ではないことのいずれかを示す電圧変化差の出力
 150 コントローラ

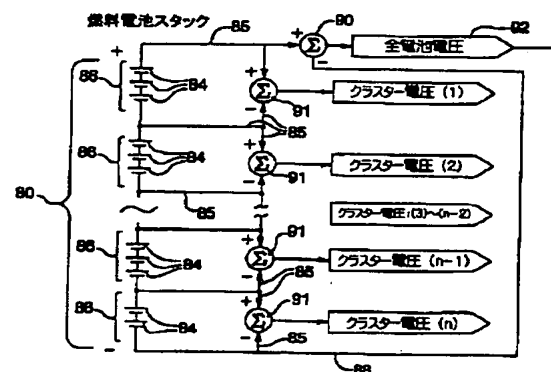
【図1】



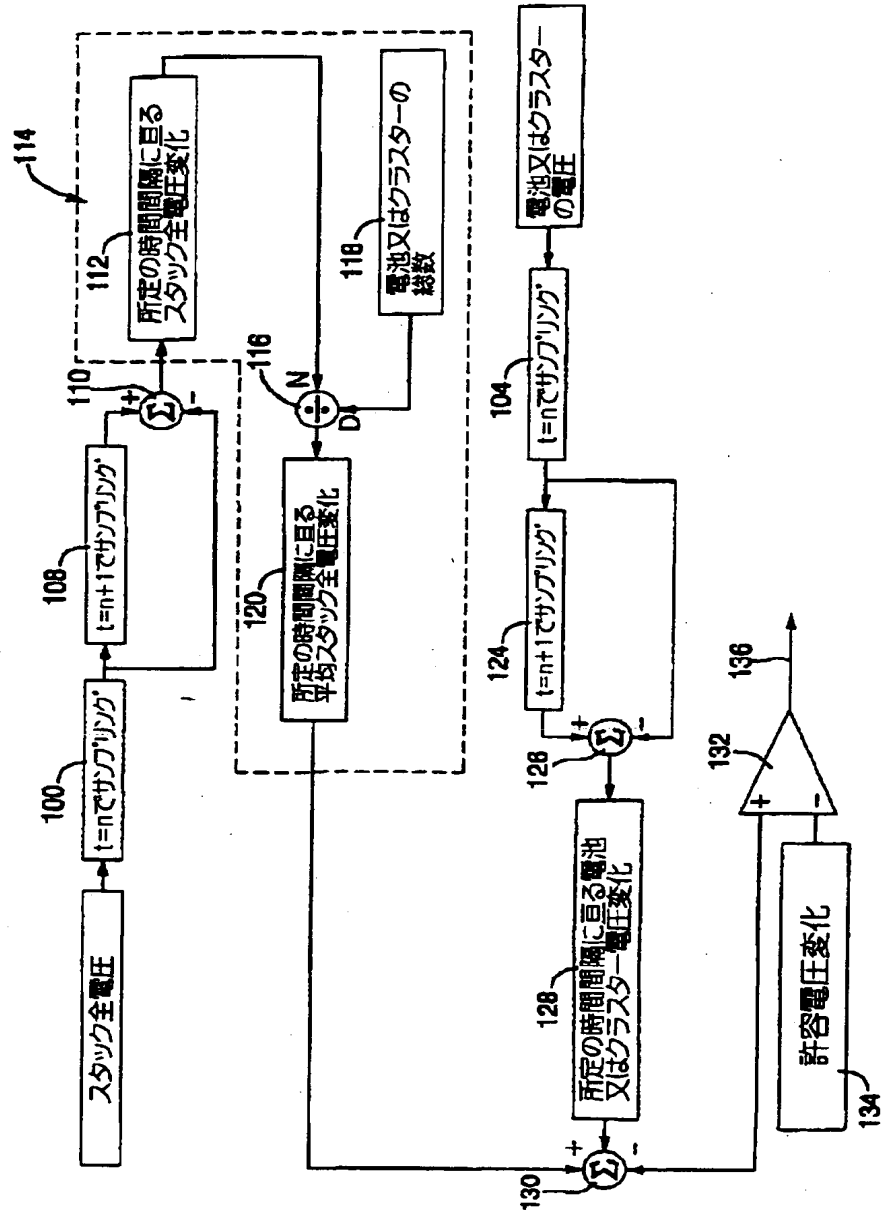
【図2】



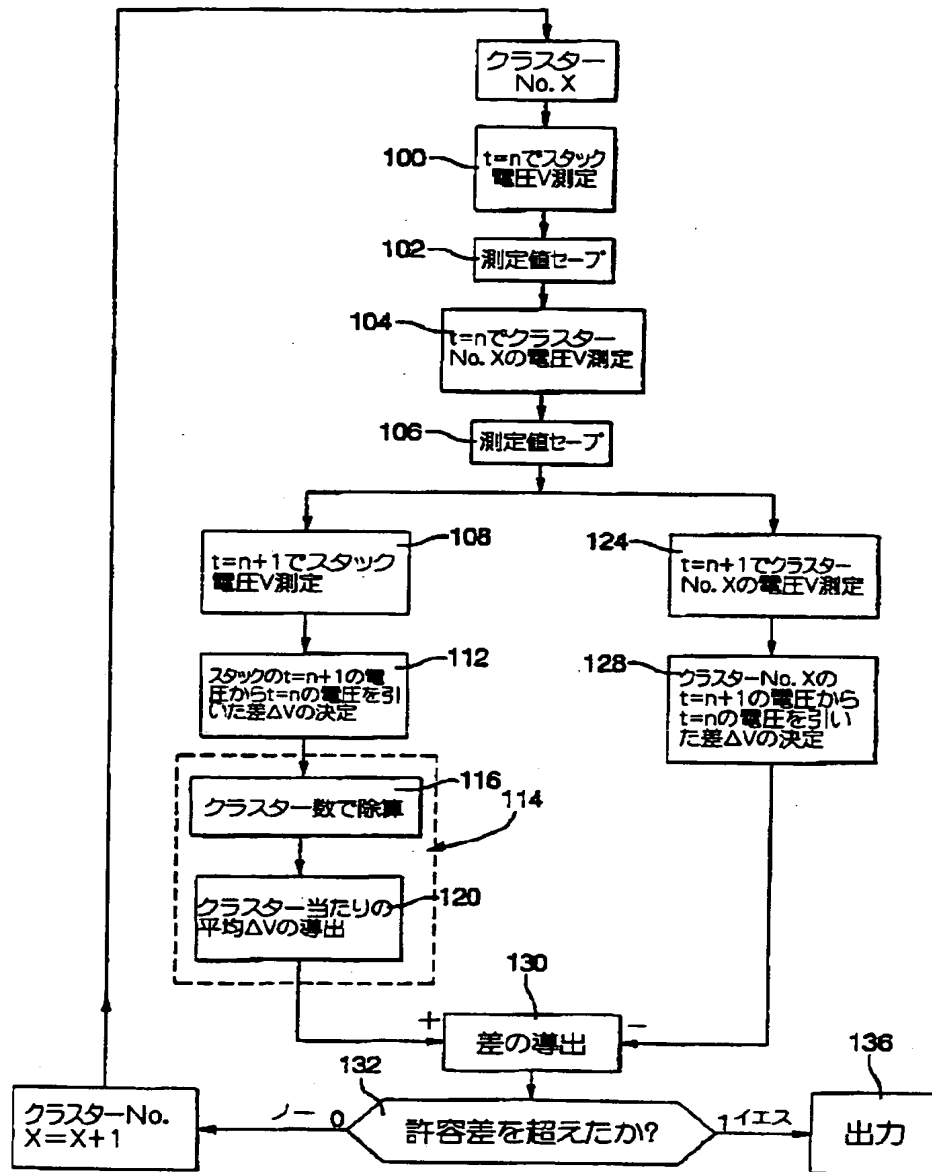
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA01 BA10 BA16 BA19
DD03 KK54

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.